

A BORDÁSTENGELYRŐL RÉSZLETESEN



Egy lineáris tengelyre felhúzott golyós hüvellyel mit kapunk? Súrlódásmentes mozgást a lineáris tengelyen.

De a lineáris tengelyen axiális irányban elhelyezett horony készítésével, ami megegyezik a golyós hüvely golyóinak a sugarával kapunk egy súrlódásmentes lineáris mozgást, mely két fontos tulajdonsággal párosul:

forgó nyomaték mentes átvitel és nagyobb terhelhetőségi kapacitás

Nos, ez a bordástengely. Egy lineáris hüvely (anya), mely így nagyobb terhelőnyomatékot bír és egy tengely, mely ellentétben a profilsínnel forgatható, ha szükséges.

Tökéletes rendszer a gyors mozgáshoz és gyors forgáshoz egyaránt.

Számtalan alkalmazási területe lehet a bordástengelynek:

robotok, vizsgáló berendezések, fonógép, rakodó, csomagoló, kábeltekerceselő, csiszológép, jelölő gép, sajtoló, szállítószalag, öntőgép, mérőberendezés, optikai mérő, hegesztő és szegecselő gép, nyomtató, könyvkötő, töltő, nyomógép és így tovább.

Így akkor miért nem lehet könnyedén és egyszerűen kiválasztani az alkalmazásnak megfelelő bordástengelyt?

Tisztázzunk néhány irodalmi jelentésbeli különbséget és máris könnyebbé válik a választás. Úgy fogjuk vizsgálni a bordástengelyt, hogy a különböző kialakítás hogyan hat annak funkciójára és aztán összehasonlítjuk annak működését az alkalmazási követelményekkel.

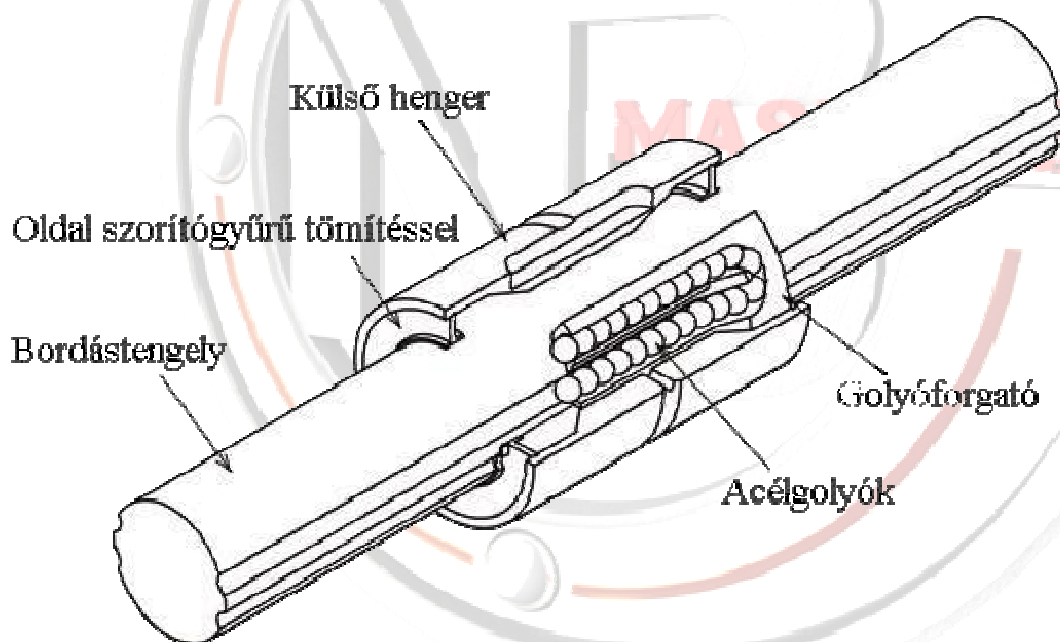
Hat terhelési és pontossági tényező

A bordástengely anyának, a golyós hüvelynek van egy terhelési kapacitása, mely hat faktor változtatásával növelhető. Négy ebből kapcsolatos a golyó érintkezésével, mint a tengelyen lévő horony száma, a hornyok kialakítása, az anya hossza és annak futófelülete, és mennyire egyeznek meg a tűrések. Az ötödik és hatodik tényező a tengely merevsége és a beépítés.

A tengelyen lévő hornyok száma

Nagyobb érintkezési felület található a bordástengelyen összehasonlítva egy sima tengelyes mozgatással, így a terhelhetősége és az élettartama nagyobb, mint egy hagyományos ugyanolyan méretű golyós hüvely és lineáris tengely együttesnek. A dinamikus terhelési rátája a bordástengelyes kialakításnak 5~12-szer nagyobb a hagyományosnál.

A hornyok száma kettő és hat közötti kialakításban lehetnek a tengelyen. Habár, néhány esetben a hat hornyos rendszernél már annyi helyet elfoglal a tengelyen, hogy az anya aktív golyópályája mellett már nincs hely a golyók visszaforgatására. Ezért a golyók körkörös forgatása miatt az anyában lévő golyók elhagyják a tengelyt és az anya belső testében forognak vissza a tengellyel nem érintkezve. Mivel az ilyen kialakításnál, ha az anyát levesszük a tengelyről, akkor a golyók kipotyognak, ezért az ilyen 6 hornyú kialakítású bordástengelyt figyelmesebben kell kezelni.



*Négy hornyos
bordástengely
golyóforgatós
kialakítással*

A legnépszerűbb négy hornyos kialakításnál az anyában mindkét része a golyósornak aktívan részt tud venni, és ez a típusú golyóút kompaktabbá teszi az egységet. Ráadásul az összes golyó mindig érintkezik a futófelülettel, míg más hat hornyos kialakításnál csak a golyók fele (az egyik irányban) van direkt kontaktban a tengellyel.

Így, ha a terhelés nem igényel hat hornyot, akkor elegendő a négyhornyos kialakítás, mellyel helyet tudunk spórolni.

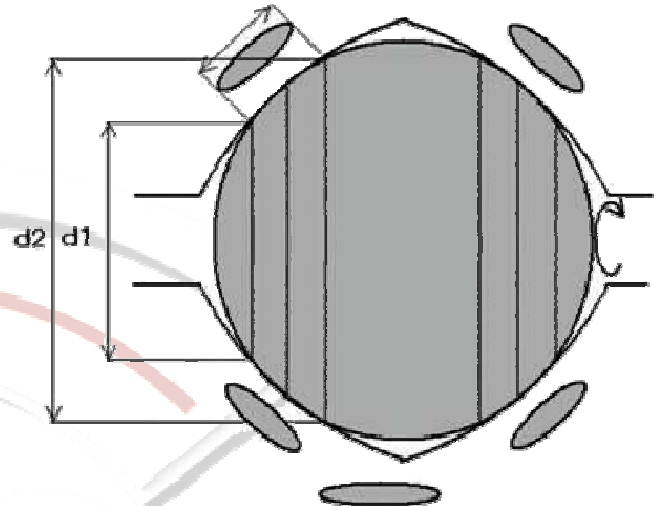
A horony kialakítása

A négy pontos kialakítást annak formája miatt hívják gótikus ívűnek. Ez a típusú kialakítás kiküszöböli a holtjátékot, ami eltérést eredményezhetne, így a legmegfelelőbb azon alkalmazásokhoz, ahol a maximális precizitás az igény. Emellett növeli a terhelhetőségi kapacitást és a merevséget, így nagyobb terhelőnyomatékok bír a rendszer. Jellemzően a nagyobb bordástengelyek esetében a gótikus négy pontos érintkezési horonykialakítást alkalmazzák.

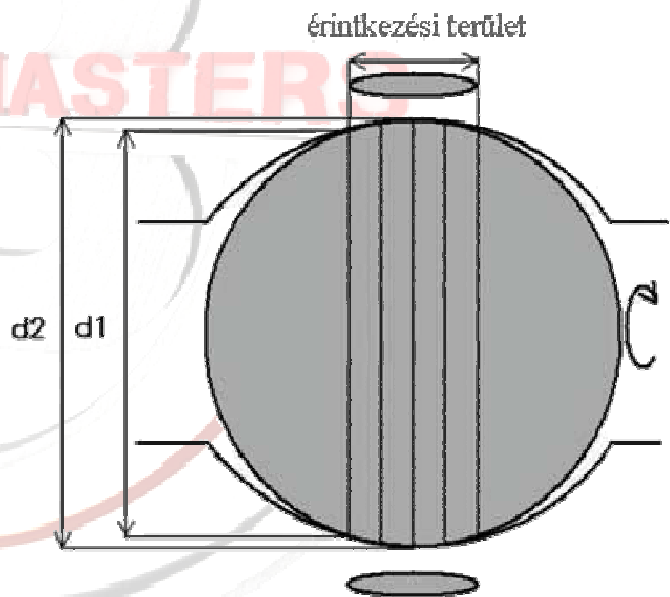
A horony kialakítás szerint két típus közül lehet választani, vagy két pontos érintkezéssel kialakított vagy négy pontos érintkezéssel kialakított forma érhető el. Az enyhén elliptikus horony esetén a golyók két ellentétes ponton érintkeznek a horonnyal, de egy kevés játékot megengednek az érintkezési pontokra merőlegesen. Ennél a lineáris tengely forgásirányának váltásakor holtjátékot okozhat ez a típusú golyó soros megoldás. Mivel a gótikus ív esetén nagyobb az érintkezési felület, a golyók belső része gyorsabb forgásra kényszerített, ami csúszást eredményez és megadja a lehetőséget a nagyobb súrlódásra. Ezért a két ponton érintkező változatot inkább kisebb, jobban súrlódás érzékeny típusoknál alkalmazzák.

Egy másik tengelykialakítást is elérhető, melyet a nagy terhelésre fejlesztettek. Háromszög alakú kicsúcsosodást alkalmaz a bordástengelyen hosszanti irányban. Ennek a fő hátránya, hogy a felhasználó számára kicsit nehezebbé teszi a tengely végmegmunkálását és kevésbé merev. Ez a típusú bordástengely erősen hajlamos a rezgésre, mivel az egyenesség fenntartása kicsit nehézkes. Ez a körívesen hornyolt típus erősebb a keresztmetszelve miatt és jobb a hajlító és csavaró nyomatékokhoz.

Gótikus kialakítás



Kerek kialakítás



Az anya hossza és annak pályája

Mivel a golyópálya körkörös, nagyjából a golyók fele vesz részt aktívan a mozgásban, míg a másik része a visszafordító pályán mozog. Minél hosszabb az anya, annál több golyó vesz részt aktívan a terhelés támasztásában. Habár néhány golyópályát hatékonyabbra terveznek, az anya hosszának az előnye, hogy több golyó fér az aktív zónába. Minél több aktívan résztvevő golyó van az anyában, annál nagyobb nyomatékok bír el.

A terhelőnyomaték kapacitás növelése érdekében duplázva az anyák számát, tandem kialakítást használnak.

Az anya tűrése

A futófelület elkészítésekor precíz köszörüléssel jobb illeszkedés érhető el az anyában lévő golyók alakjához. Emiatt az ellentétes oldalon lévő futófelületeken ugyanolyan érintkezési szög lesz, ami kiküszöböli a holtjátékot. A golyók és a hornyolt tengely között a pontosságot mindkét alkatrész precíz köszörülésével és a megfelelő mérettartományú golyók behelyezésével érik el - a méretkülönbségeket az anya külső burkolatának falával állítják be.

Nagyobb golyók segítségével minden egyes bordástengely anyát egyedileg kellene előfeszíteni, ami csökkenti a játékot a tengely hornya és az anya hornya között. Ahol a nyomatékknak csak kisebb rezgése és eltérése jelenik meg, ott a standard előfeszítés biztosíthatja a sima lineáris mozgást. Előnyösebb light előfeszítést alkalmazni olyan esetekben, ahol kisebb forgó és alternáló terhelőnyomaték és rezgés fordul elő. A radiális hézag csökkenthető az előfeszítéssel, hogy a merevséget biztosítsuk, ami újból a precizitást növeli. Ez a művelet nem csak az érintkezési felületet növel, de még a direkt terhelési kapacitást is, csökkenti a radiális nyomatókat és növeli a külpontos nyomatóki terhelhetőséget. Így egy nagyon robosztus struktúrát kapunk, mely komoly működési környezetet, feltételeket tud elviselni.



A lineáris tengely merevsége

A bordástengely szimmetrikusságának növelése növeli az alkalmazható maximális sebességet és a terhelhetőségi kapacitást, és emellett csökkenti a rezgést.

A lineáris tengelyek lehetnek precíziósan köszörült, köszörült vagy hengerelt acéltengelyek. Hasonlóképp alapanyuk szerint különbözőek lehetnek. A gyártók különböző jellemvonások szerint rangsorolják a tengelyeket, mint a tengely megmunkálásának tűrése, a tengelyvég merőlegessége, a támasztóbakok és a tengely beépítési részének egy tengelyirányba esése és az anyagminőség.

A tengelyen hosszában a horony megmunkálásának ellenőrzése, hogy végig lineáris a kívánt nagy pontossággal, nem is olyan egyszerű. A nem köszörült (hengerelt) tengelytípusok természetesen a legalacsonyabb pontossággal bírnak.

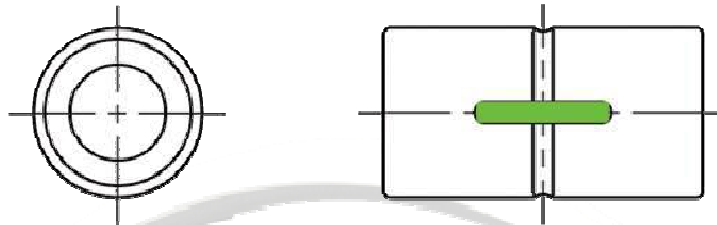
Általában három pontossági osztállyal dolgoznak a gyártók: High (a legprecízebb pontosság), Medium (standart pontosság, általában raktári készlet), Low (nem köszörült változatot jelent mindig). Viszont egy gyártó legjobb minőségű megmunkálása jelölheti egy másik gyártó középosztályos tengelyét. Különböző gyártók tengelyeinek a pontosságát tehát az előbb felsorolt jellemzők összehasonlításával tehetjük meg – tengely átmérő tűrése, egyenesség, a merőlegesség és egytengelyűség.

A hengerelt lineáris tengely a legjobb választás, ha egy kisebb mértékű pontosságbeli eltérés lehetséges, hiszen a nyomatók átvitel, a lineáris átvitel, forgó vagy hosszirányú mozgás az elsődleges szempont. Néhány hengerelt tengelyen lehet ugyanazon anyát használni, mint a köszörült változaton, de a terhelhetőségi kapacitása kisebb, mert az anya nem köszörült futófelületű horonyban fut. Ez a fajta kivitel olcsóbb és akár 5 méter hosszú is lehet. Tipikusan anyagszállításra és egyéb alkalmazásokra használják.

Beépítési forma

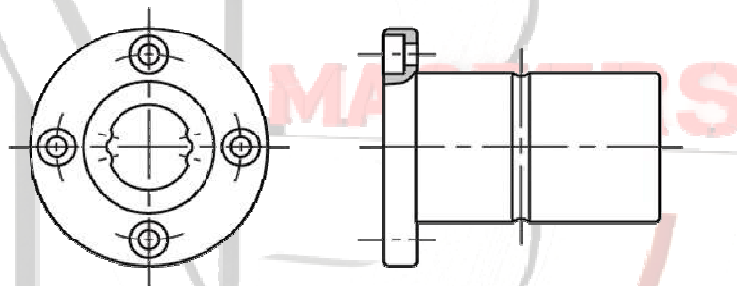
A teher nem megfelelő rögzítése az anyára hatást gyakorol a pontosságra. Három típusú anya létezik, mely különböző rögzítési lehetőséget biztosít.

Reteszhoronnyal ellátott anya



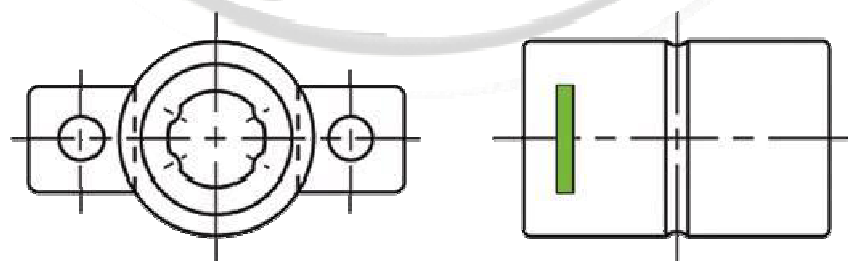
A standard beépítésre a hornyos henger anyát alkalmazzák. Ehhez a megoldáshoz egy henger anya és egy retesz tartozik. A hengeres anyára felrakandó blokkba vagy házba a reteszhorony helyét bele kell fúrni. Ez az egyik kritikus pont, melyre figyelni kell, hogy a furat és a retesz precízen illeszkedjen, hogy ne legyen rezgés. Ez a horony nagyon fontos az anya forgás irányú rögzítésében, hogy a bordástengely elforgatásakor az anya és vele a ház ne mozduljon el. A csapágháznak az anyával együtt kell mozognia. Ráadásul ennél a rögzítési formánál még egy seeger gyűrűre, nyomólemeze vagy egyéb rögzítési megoldásra is szükség van a reteshoronyon kívül, hogy megakadályozzuk az anya kicsúszását a házból.

Peremes anya kialakítás



A második beépítési lehetőséget adja a peremes anya. A peremes megoldás sokkal egyszerűbb rögzítési forma, hiszen csak egyszerűen egy durva furatot és egy fúrt és csapolt beépítési furatot igényel, hogy a peremet a házhoz tudjuk biztonságosan rögzíteni. Így a golyós hüvely házba történő rögzítéséhez egy furat készítésére van szükség, ami nem igényel olyan pontosságot, mint a reteshornyos megoldás. Mivel a peremes változat be van csavarozva a házba, ezért ez nem igényel hornyos védelmet.

Retesz nélküli anya



A harmadik beépítési forma a retesz nélküli anya. Ez nagyon alkalmas a kis méretű, kompakt alkalmazásokhoz. Hasonlóan működik a peremes anyához. Az anyán lévő lerögzítő perem helyett egy négyszögletű kis tartozék van hozzá, mely az anyába kicsit becsúszik, hogy a forgás irányú mozgást megakadályozza. Ezt a kis rést csavaroknak készített furatként lehet elkészíteni, így a golyós hüvelyt hasonlóképp rögzítjük a csapágházba, mint a peremes kivitel.